

## 明 細 書

### 消耗電極式溶接方法

#### 技術分野

- [0001] 本発明は、消耗電極である溶接用ワイヤと被溶接物である溶接母材との間にアークを発生させて溶接出力制御を行う消耗電極式溶接方法に関するものである。

#### 背景技術

- [0002] 近年、溶接業界では国際的な競争力を確保するために更なる生産性向上の努力が日々続けられている。特に生産ラインを停止させる軽微なトラブルである所謂「チョコ停」の削減やタクトタイムの短縮に対する要求は以前にもまして高まってきている。
- [0003] 「チョコ停」の原因には様々な要因が考えられるが、最も大きな原因はアークスタート不良に起因するトラブルである。
- [0004] このため、従来の消耗電極式溶接方法におけるアークスタートでは、開始信号が外部から入力されると、ロボットマニピュレータを移動させることによって溶接トーチを予め教示された溶接開始位置まで移動させた後にワイヤの送給は停止したままでロボットマニピュレータによって溶接トーチを略溶接ワイヤの送給方向に移動させてワイヤ先端を前記被溶接物に近づけていき、ワイヤ先端が被溶接物に接触したことを判別すると予め定めた小電流値の初期電流を溶接電源装置から通電すると共に溶接トーチを略溶接ワイヤの送給方向とは逆方向に移動させて前記ワイヤ先端を前記被溶接物から遠ざける後退移動を行い、後退移動によってワイヤ先端と被溶接物とが離れると初期電流が通電するアークが発生して、初期アーク発生状態を維持したままで後退移動を継続し溶接トーチが溶接開始位置に復帰すると後退移動から予め教示された溶接方向への移動に切り換えて、同時に溶接ワイヤの送給を開始すると共に定常の溶接電流を通電することによって初期アーク発生状態から定常のアーク発生状態へと移行させるものが知られている。(例えば特許文献1参照)。

図5は上述した消耗電極式溶接方法を行うロボットを用いた溶接システムの概略全体構成図である。

図5において、101は消耗電極である溶接ワイヤであり、ワイヤースプール102からワ

ワイヤ送給モータ103により溶接トーチ104の方向に繰り出されるようになっている。

105は溶接電源装置で、この溶接電源装置105は溶接トーチ104および溶接チップ106を経由して溶接ワイヤ101と被溶接物である母材107の間に所定の溶接電流I及び溶接電圧Vを印可し、アーク108を発生させるとともにワイヤ送給モータ103を制御して溶接施工を行うようにしている。

109はロボットマニピュレータで、このロボットマニピュレータ109は溶接トーチ104を保持し、溶接開始位置(図示せず)に位置決めを行うと共に溶接線(図示せず)に沿って溶接トーチ104を移動させるようにしている。

また、ロボットマニピュレータ109はロボット制御装置110で制御しているが、ロボット制御装置110は溶接電源装置105との間で双方向通信Sを行い、溶接電流Iや溶接電圧Vなどの溶接諸条件や溶接の開始、終了指令を送信するようにしている。

[0005] 以上のように構成した溶接システムでの消耗電極式溶接方法について、図6のタイムチャートを用いて説明する。

[0006] 図6は、縦方向に溶接トーチの移動速度TV、溶接ワイヤの送給速度WF、短絡判定信号A/S、溶接電流I、溶接電圧Vの各状況を、また、横軸に時間を表すもので、タイミングとして溶接開始信号がロボット制御装置110から溶接電源装置105に送信された時点をTS0とし、以後TS1~TS5はそれぞれのタイミングを表している。

[0007] まず、ロボット制御装置110は溶接開始信号を溶接電源装置105に送信すると共に、ロボットマニピュレータ109を起動して溶接トーチ104を母材107に向かって加速し、溶接トーチ104の速度が初期トーチ速度TV0に達するとロボットマニピュレータ109の加速を停止し、一定速度で溶接トーチ104の降下を継続する。

[0008] また、溶接電源装置105はロボット制御装置110から溶接開始信号を受信すると溶接ワイヤ101と母材107の間に無負荷電圧V0を印可する。

[0009] やがて時刻TS1において溶接ワイヤ101と母材107が接触すると溶接電源装置105の内部にある短絡判定手段(図示せず)により、短絡信号A/Sが出力される。

[0010] この短絡判定信号A/Sは双方向通信Sによってロボット制御装置110に伝達され、ロボット制御装置110は直ちにロボットマニピュレータ109を減速停止させ、時刻TS2においてロボットマニピュレータ109の動作すなわち溶接トーチ104の速度がゼロ

となる。

- [0011] その後、ロボット制御装置110は直ちにロボットマニピュレータ109の動作を反転させ溶接トーチ104が母材107から離れる方向への動作を開始し、溶接トーチ104の引き上げ動作を行う。
- [0012] この時刻TS1からTS3の間は初期短絡期間で、この間、ロボットマニピュレータ109が減速し速度がゼロとなる時刻TS2までの間はワイヤ101を母材107に押しつけることになるが、時刻TS2以降はロボットマニピュレータ109の動作が反転するので押しつけ量は減少して行き、やがて時刻TS3の時点で短絡が解除される。
- [0013] 時刻TS3のタイミングは、溶接トーチのTVの線が示す、溶接ワイヤ101の押し付け量となる三角形abcの面積よりも引き上げ量となる三角形cdeの面積が上回った時点で発生する。
- [0014] なお、溶接電源装置105は時刻TS1において初期短絡が発生すると溶接電流IをI1に制御し、所定の時間経過後に電流をI2に増加して短絡開放を待つ。
- [0015] この初期短絡期間の第1段階として溶接電流を比較的低く設定されたI1に制御するのは初期短絡によってワイヤ先端部のジュール加熱によりワイヤが溶融し、アークの発生と同時に溶融したワイヤが飛散してスパッタとなるのを防止するためである。
- [0016] また、電流をI1からI2に変化させるのは、時刻TS3で短絡解放時にアークを発生させるに十分なエネルギーを与える為である。
- [0017] 時刻TS3においてアークが発生すると溶接電源装置105はワイヤ送給モータ103を起動して溶接ワイヤ101を母材107に向かって加速し、溶接ワイヤ101の速度が本溶接用の溶接ワイヤ速度(図示せず)に達するまで加速を継続し、本溶接用の溶接ワイヤ速度に到達した後は一定速度で溶接ワイヤの送給を継続する。
- [0018] また、溶接電源装置105はワイヤ送給モータ103の起動と合わせてアーク電流Iをアーク初期電流I3'に一定時間制御した後、第2の初期電流I4へと制御し、その後、本溶接出力(図示せず)へと制御する。
- 次に、上述した溶接システムでの消耗電極式溶接方法における溶接終了時について、図7のタイミングチャートを用いて説明する。
- [0019] 図7は、縦方向に溶接トーチの移動速度TV、溶接ワイヤの送給速度WF、溶接出

力Pの各状況を、また、横軸に時間を表すもので、タイミングとして溶接終了信号がロボット制御装置110から溶接電源装置105に送信された時点をもTE0とし、以後TE1～TE4はそれぞれのタイミングを表している。

[0020] まず、溶接電源装置105は溶接終了信号をロボット制御装置110から受信するとワイヤ送給モータ103を制御して溶接ワイヤ101を減速する。

[0021] これと合わせて溶接出力も減少させて行くが予め定められた条件を満たす時刻TE2'において出力を一定に制御する。

[0022] この一定出力P1は「バーンバック」と呼ばれ、一般に溶接ワイヤ101が停止するTE3'以後も継続され、所定の期間出力を保ってアーク108を継続し、溶接ワイヤ101を燃え上がらせた後、時刻TE4'にて出力を停止する。

[0023] この「バーンバック」制御は溶接終了時に溶接ワイヤ101が母材107の溶融池(図示せず)と接触凝固する所謂「ワイヤスティック」を防止するための制御方法であり、広く一般的に用いられている。

特許文献1:特開2002-205169号公報

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

[0024] しかし、従来の消耗電極式溶接方法はロボットマニピュレータ109の反転動作を必要とする。

[0025] すなわち、溶接ワイヤ101の先端が母材107に接触したことを判別すると前進移動していたロボットマニピュレータ109の減速を開始し、一端停止した後に後進方向に反転加速するためロボットマニピュレータ109の応答時間および加減速時間が必要となる。

[0026] さらにワイヤ送給モータ103は初期アーク発生後に初めて起動されるため溶接ワイヤ101の送給が溶接ワイヤ101の溶融速度に追いつけずアーク長が長くなってアーク108が不安定になるといった課題を有していた。

[0027] また、溶接の終了時においては、「ワイヤスティック」を防止するため「バーンバック」処理が必要となり、処理時間が掛かってタクトタイムが伸びるばかりでなく、溶接ワイヤ101の燃え上がりによって溶接ワイヤ101の先端に玉状の凝固体が形成されるた

め、次工程でのアークスターに障害となるといった課題を有していた。

本発明は、従来の消耗電極式溶接方法が有していた無駄時間を削減すると共にアーク発生後のアーク長を適正に保ち、溶接始端部のアークを安定させるとともに、アーク終了時のワイヤスティックを確実に防止しつつ、ワイヤ先端形状を適正に保って次工程のアークスタートを良好に行うことができる消耗電極式溶接方法の提供を目的とする。

#### 課題を解決するための手段

- [0028] 上記目的を達成するために本発明の消耗電極式溶接方法は、溶接ワイヤを溶接トーチへ送給するワイヤ送給手段と、前記溶接トーチを保持し、かつ溶接トーチを移動するアクチュエータと、前記アクチュエータを駆動制御する制御装置と、被溶接物と溶接ワイヤの間に溶接出力を加える溶接電源装置を備えた溶接システムを用いて、溶接ワイヤを送給しながら前記アクチュエータにより溶接トーチを被溶接物から引き離す方向に移動し、溶接ワイヤの被溶接物に対する速度を制御するものである。
- [0029] この方法によれば、アクチュエータが一方向の動作で溶接ワイヤの被溶接物に対する速度を制御できるので、応答時間および加減速時間が従来のものに比べて短縮でき、さらに溶接ワイヤと被溶接物との距離が追従性よく制御できるのでアークを早く安定させることができる。
- [0030] また、溶接終了時の「バーンバック」処理時間も従来のものに比べて短縮できできる。

#### 発明の効果

- [0031] 以上のように、本発明は溶接ワイヤを送給しながら前記アクチュエータにより溶接トーチを被溶接物から引き離す方向に移動させることにより、溶接ワイヤが被溶接物から離れて初期アークが発生するので、反転動作を必要とせず無駄時間を削減してタクトタイムを短縮すると共に溶接始端部のアークを安定させ「チョコ停」を効果的に削減することができる。

#### 発明を実施するための最良の形態

- [0032] (実施の形態)

以下、本発明の実施の形態について、図1から図4を用いて説明する。

図1は本発明の実施するための溶接システムの概要を示す構成図で、1は消耗電極である溶接ワイヤであり、ワイヤースプール2からワイヤ送給モータ3により溶接トーチ4の方向に繰り出されるようになっている。

5は溶接電源装置で、この溶接電源装置5は溶接トーチ4および溶接チップ6を經由して溶接ワイヤ1と被溶接物である母材7の間に所定の溶接電流I及び溶接電圧Vを印可し、アーク8を発生させるとともにワイヤ送給モータ3を制御して溶接施工を行うようにしている。

[0033] 9はロボットマニピュレータで、このロボットマニピュレータ9は溶接トーチ4を保持し、溶接開始位置(図示せず)に位置決めを行うと共に溶接線(図示せず)に沿って溶接トーチ4を移動させるようにしている。

また、ロボットマニピュレータ9はロボット制御装置10で制御しているが、ロボット制御装置10は溶接電源装置5との間で双方向通信Sを行い、溶接電流Iや溶接電圧Vなどの溶接諸条件や溶接の開始、終了指令を送信するようにしている。

[0034] 図2は、縦方向に溶接トーチの移動速度TV、溶接ワイヤの送給速度WF、短絡判定信号A/S、溶接電流I、溶接電圧Vの各状況を、また、横軸に時間を表すもので、タイミングとして溶接開始信号がロボット制御装置10から溶接電源装置5に送信された時点をTS0とし、以後TS1～TS5はそれぞれのタイミングを表している。

[0035] 図2において本実施の形態では溶接開始信号がロボット制御装置10から溶接電源装置5に送信される(TS0)と、溶接電源装置5は溶接ワイヤ1と母材7の間に無負荷電圧V0を印可すると共にワイヤ送給モータ3を起動して溶接ワイヤ1を母材7に向かって加速する。

[0036] 溶接ワイヤ1の送給速度が初期ワイヤ速度W0に達するとワイヤ送給モータ3の加速を停止し、一定速度でワイヤ送給を継続する。

[0037] やがてTS1の時刻に於いて溶接ワイヤ1と母材7が接触すると溶接電源装置5の内部にある短絡判定手段(図示せず)により、短絡信号A/Sが出力される。

[0038] 短絡判定信号A/Sは双方向通信Sによってロボット制御装置10に伝達され、ロボット制御装置10は直ちにロボットマニピュレータ9を溶接トーチ4が母材7から概ね離れる方向への動作を開始し、溶接トーチ4の引き上げ動作を行う。

- [0039] TS1からTS3の間は初期短絡期間で、この間、溶接ワイヤ1は初期ワイヤ速度W0での送給が継続され、ロボットマニピュレータ9は溶接トーチ4の引き上げ動作を継続するので、溶接ワイヤ1の先端部の速度は図中波線のようにワイヤ速度WFとトーチ速度TVの合成された速度となる。
- [0040] よって、TS1以降の溶接ワイヤ1の先端は図中波線が示す合成速度がゼロとなるTS2までの間は溶接ワイヤ1を母材7に押しつけることとなるが、TS2以降は合成速度が負に転じるので押しつけ量は減少して行き、やがてTS3の時点で短絡が解除される。TS3のタイミングはワイヤの押し付け量である三角形fghの面積よりも引き上げ量である三角形hjiの面積が上回った時点で発生する。
- [0041] なお、溶接電源装置5は時刻TS1において初期短絡が発生すると溶接電流IをI1に制御し、所定の時間経過後に電流をI2に増加して短絡開放を待つ。
- [0042] 初期短絡期間の第1段階として溶接電流を比較的低く設定されたI1に制御するのは初期短絡によってワイヤ先端部のジュール加熱によりワイヤが溶融し、アークの発生と同時に溶融したワイヤが飛散してスパッタとなるのを防止するためである。
- [0043] また、電流をI1からI2に変化させるのは、時刻TS3で短絡解放時にアークを発生させるに十分なエネルギーを与える為である。
- [0044] 図3は図2と同じ本実施の形態によるタイミングチャート上に、従来技術でのワイヤ速度WFを波線として重ねて表示し、比較した説明を行う図である。
- [0045] 図より明らかなように、従来技術によるアークスタートでは時刻TS3において初期短絡が開放されアークが発生した時点で初めてワイヤは加速を始めるので、例えばワイヤ速度がWF4になる時刻を比較すると、従来技術による方法ではTS4からTS4'の時間分だけ遅れることとなる。
- 以上のように、本実施の形態によれば溶接ワイヤ1の先端が被溶接物である母材7に接触したことを判別すると溶接ワイヤ1の前送給を継続したままでロボットマニピュレータ9によって溶接トーチ4を引き上げ動作させることによって溶接ワイヤ1を母材7から引き離して初期アークを発生させるので、反転動作を必要とせず無駄時間を削減してタクトタイムを短縮すると共に溶接始端部のアークを安定させ「チョコ停」を効果的に削減することができる。

次にアークエンドでの実施の形態について、図4のタイミングチャートを用いて説明する。

なお、図において縦方向に溶接トーチの移動速度TV、溶接ワイヤの送給速度WF、溶接出力Pの各状況を、また、横軸に時間を表すもので、タイミングとして溶接終了信号がロボット制御装置10から溶接電源装置5に送信された時点をTE0とし、以後TE1～TE4はそれぞれのタイミングを表している。

本実施の形態では、溶接電源装置5は溶接終了信号をロボット制御装置10から受信するとワイヤ送給モータ3を制御してワイヤを減速する。

これと合わせて溶接出力も減少させて行くが予め定められた条件を満たす時刻TE1においてロボット制御装置10に引き上げ動作の開始信号を送信する。

ロボット制御装置10は溶接電源装置5から引き上げ動作の開始信号を受信すると直ちにロボットマニピュレータ9を制御して溶接トーチ4の引き上げ動作を行う。

この結果、溶接ワイヤ1の先端の速度はワイヤ速度WFとトーチ速度TVの合成となり、図中波線で示すような速度となる。

よって、TE2の時点で溶接ワイヤ1は母材7に対して相対的に速度がゼロの状態となり溶接出力Pを停止させることができる。

その後も溶接ワイヤ1の動作と溶接トーチ4の引き上げ動作は継続されるが、溶接ワイヤ1が停止するまでの駄走距離である三角形opqの面積よりも溶接トーチ4の引き上げ距離である台形klmnの面積が上回った時点で溶接ワイヤ1と母材7の溶融池が接触凝固する「ワイヤスティック」の危険は無くなるためロボット制御装置10は直ちにロボットマニピュレータ9を制御して次の動作(例えば、次の溶接動作用に溶接開始時の溶接トーチの位置に動く動作)に移ることができる。

以上のように、本実施の形態によれば、「バーンバック」に必要な時間を削除し、タクトタイムの短縮に非常に効果的であるばかりでなく、ワイヤの燃え上がりによって溶接ワイヤ1の先端に大きな玉状の凝固体を形成することが無くなるため、次工程の溶接スタートに悪影響を及ぼす事が無くなる。

なお、本実施の形態においては、溶接トーチの引き上げ動作はロボットマニピュレータによって行っているが、別途アクチュエータを設けて溶接トーチを引き上げ動作さ



せても良く、この場合ロボットを用いずに例えば自動機械などによって溶接トーチの位置決めや溶接線に沿った移動を行っても本発明の効果に何ら影響を与えないことは言うまでもない。

#### 産業上の利用可能性

- [0046] 本発明の消耗電極式溶接方法は、反転動作を必要とせず無駄時間を削減してタクトタイムを短縮すると共に溶接始端部のアークを安定させ「チョコ停」を効果的に削減することができるので例えば生産設備や建設用途などに用いられる消耗電極式溶接方法として産業上有用である。

#### 図面の簡単な説明

- [0047] [図1]本発明の実施の形態に用いる溶接システムの概略構成図  
[図2]本発明の実施の形態におけるアークスタート時のタイミングチャート  
[図3]本発明の実施の形態と従来技術と比較するためのアークスタート時のタイミングチャート  
[図4]本発明の実施の形態におけるアークエンド時のタイミングチャート  
[図5]従来技術に用いる溶接システムの概略構成図  
[図6]従来技術におけるアークスタート時のタイミングチャート  
[図7]従来技術におけるアークエンド時のタイミングチャート

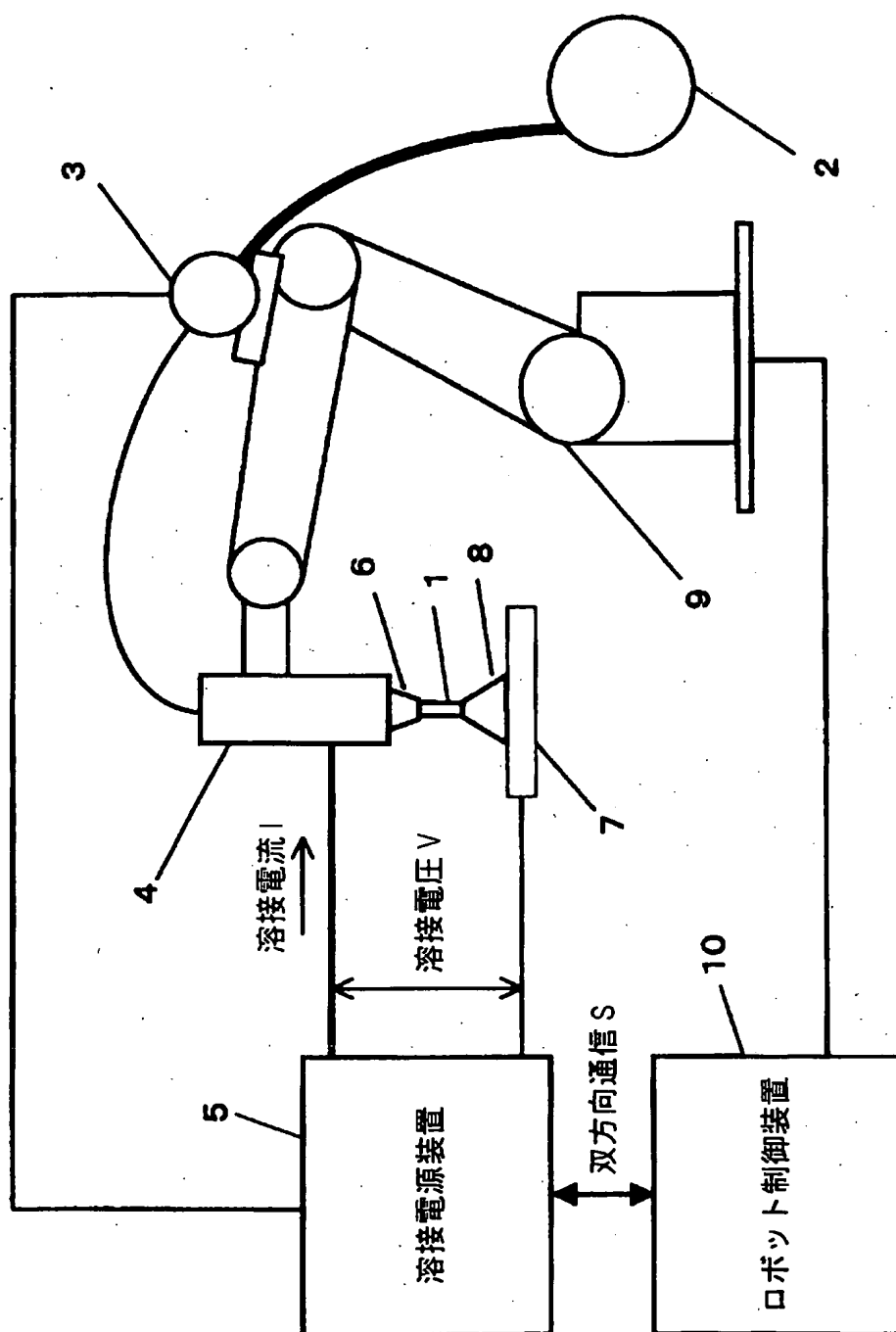
#### 符号の説明

- [0048] 1 溶接ワイヤ  
3 ワイヤ送給モータ  
4 溶接トーチ  
5 溶接電源装置  
7 母材  
8 アーク  
9 ロボットマニピレータ  
10 ロボット制御装置

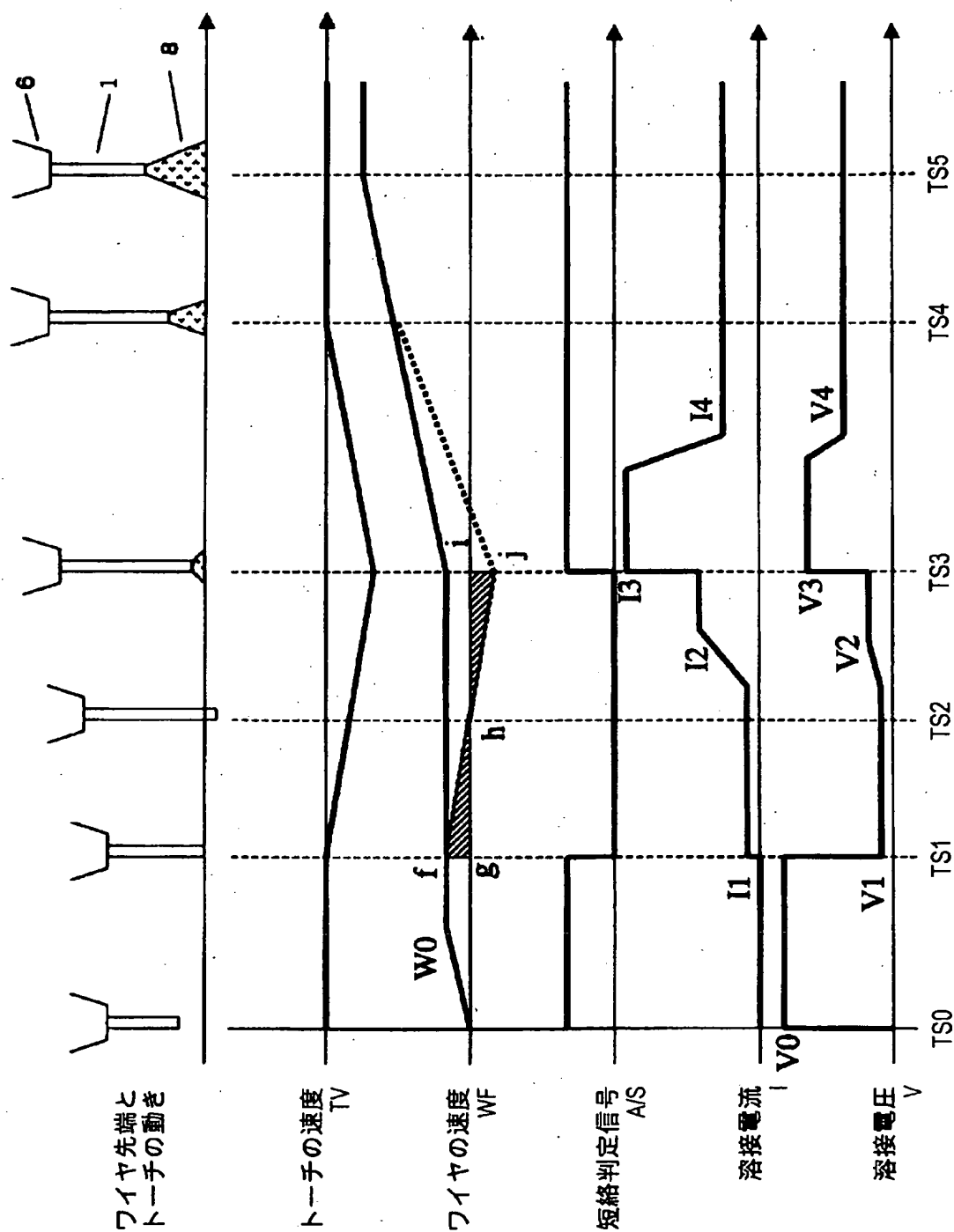
## 請求の範囲

- [1] 溶接ワイヤを溶接トーチへ送給するワイヤ送給手段と、前記溶接トーチを保持し、かつ溶接トーチを移動するアクチュエータと、前記アクチュエータを駆動制御する制御装置と、被溶接物と溶接ワイヤの間に溶接出力を加える溶接電源装置を備えた溶接システムを用いて、溶接ワイヤを送給しながら前記アクチュエータにより溶接トーチを被溶接物から引き離す方向に移動し、溶接ワイヤの被溶接物に対する速度を制御する消耗電極式溶接方法。
- [2] 溶接開始時に先ずアクチュエータを止めた状態で溶接ワイヤを送給し、前記溶接ワイヤが被溶接物と接触した後、溶接出力を加えながらアクチュエータにより前記溶接ワイヤの送給速度以上の速度で溶接トーチを被溶接物から引き離す請求項1記載の消耗電極式溶接方法。
- [3] 溶接開始時に先ずアクチュエータを止めた状態で溶接ワイヤを送給する速度として通常の溶接時の溶接ワイヤの送給速度以下とし、溶接トーチを被溶接物から引き離した後で溶接ワイヤの送給速度を前記通常の溶接時の溶接ワイヤの送給速度に移行する請求項2記載の消耗電極式溶接方法。
- [4] 溶接ワイヤが被溶接物と接触した後、溶接出力を加えながらアクチュエータにより前記溶接ワイヤの送給速度以上の速度で溶接トーチを被溶接物から所定の距離まで引き離した後は、引き離す方向の移動を停止する請求項2または3記載の消耗電極式溶接方法。
- [5] 溶接終了時に溶接ワイヤの送給速度と溶接出力を減少させつつ、アクチュエータにより前記溶接ワイヤの送給速度以上の速度で溶接トーチを被溶接物から引き離し、溶接ワイヤの送給速度とアクチュエータの移動速度が略釣り合うタイミングで溶接出力を停止する請求項1記載の消耗電極式溶接方法。
- [6] 少なくとも溶接ワイヤの送給速度が0になるまでアクチュエータにより溶接トーチを被溶接物から引き離す方向に移動する請求項5記載の消耗電極式溶接方法。
- [7] 溶接ワイヤの先端位置が溶接開始時の被溶接物との距離になるまでアクチュエータにより溶接トーチを被溶接物から引き離す方向に移動する請求項5または6記載の消耗電極式溶接方法。

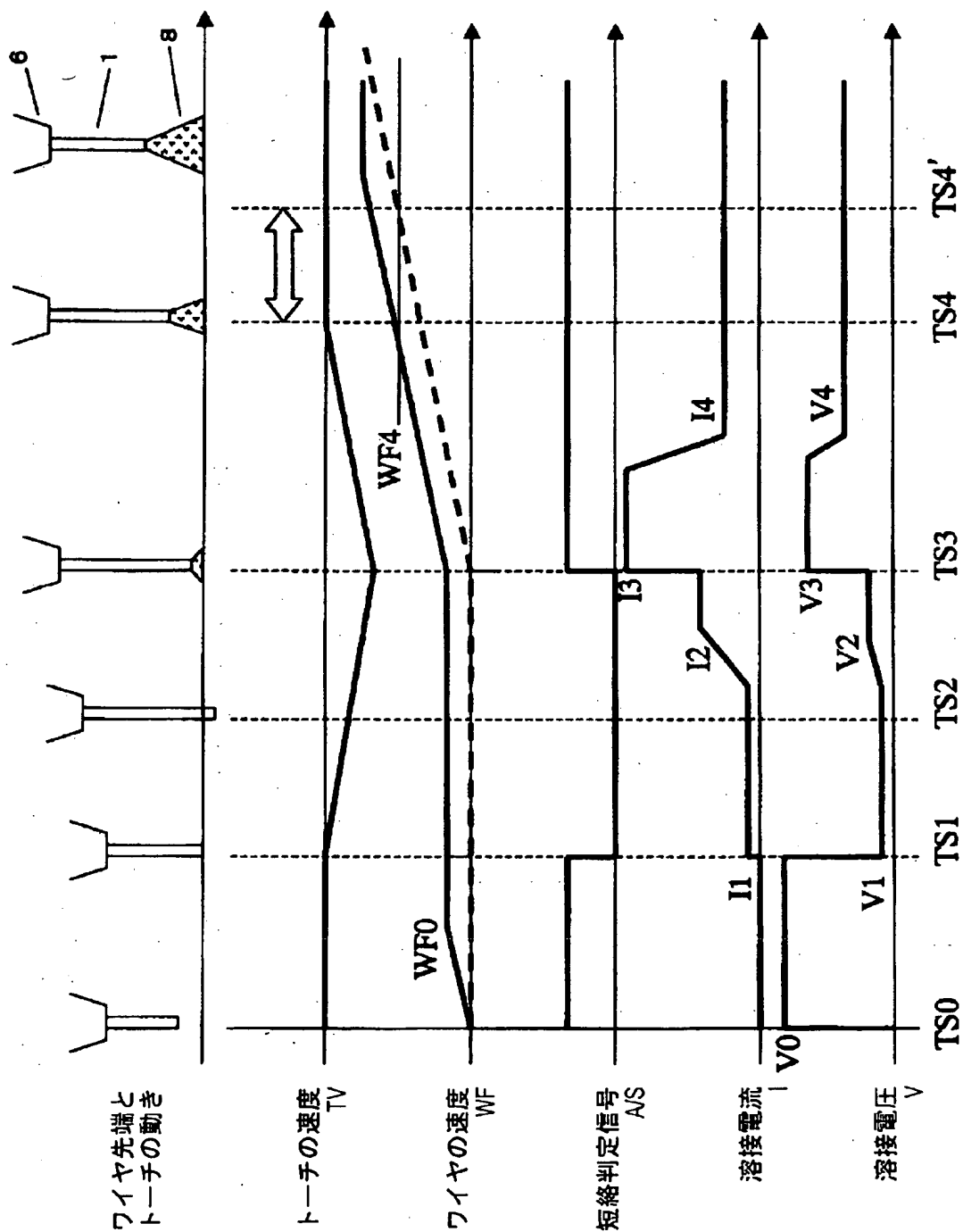
[図1]



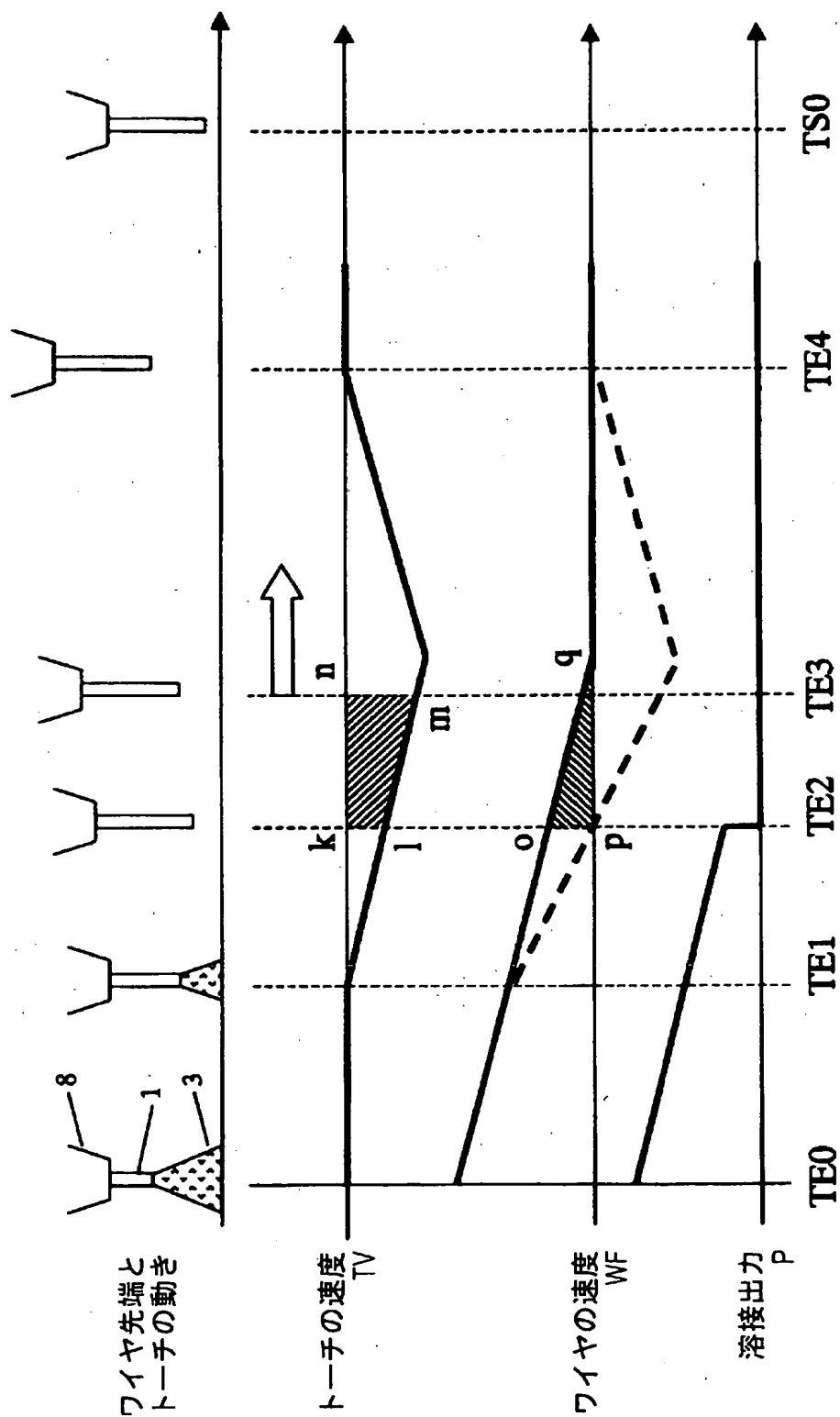
[図2]



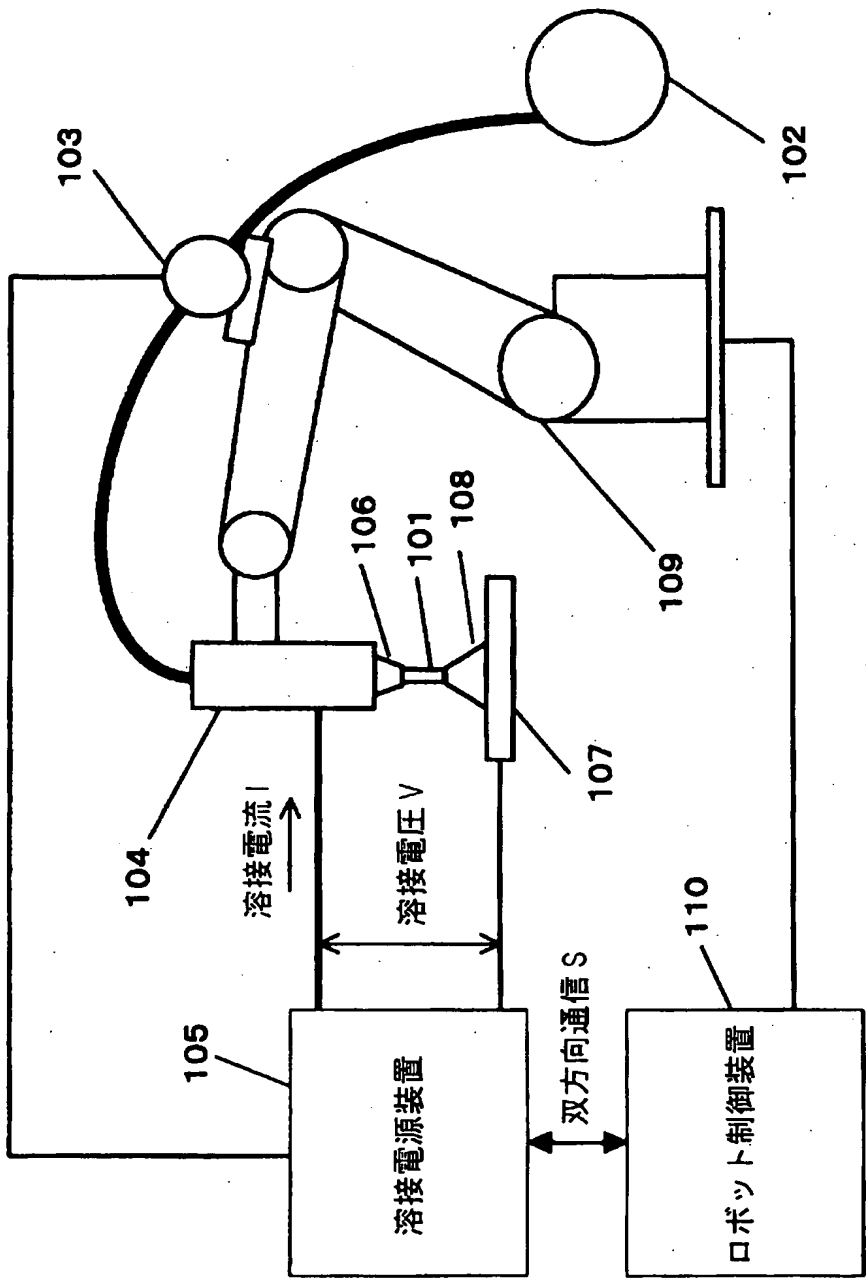
[図3]



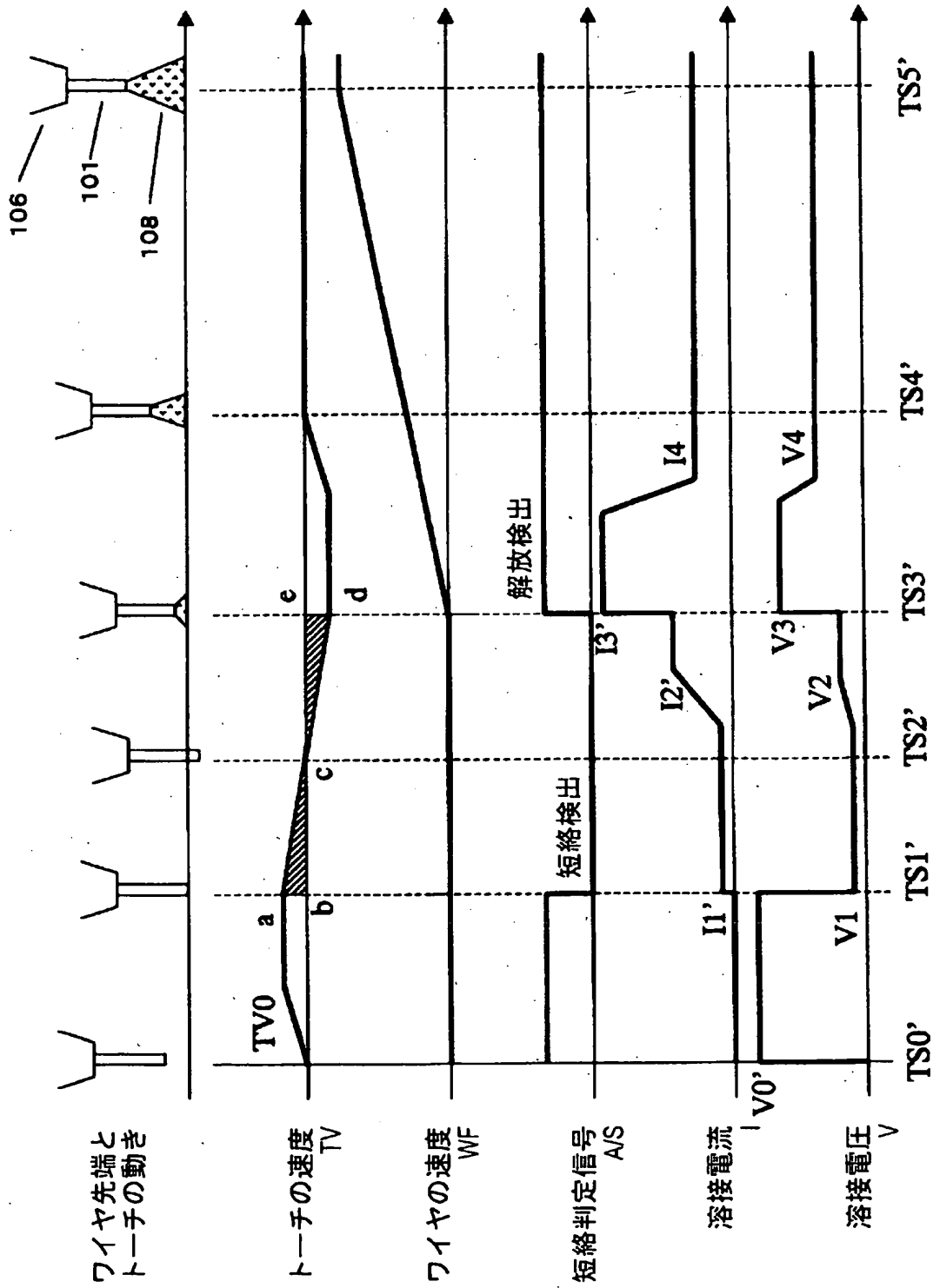
[図4]



[図5]

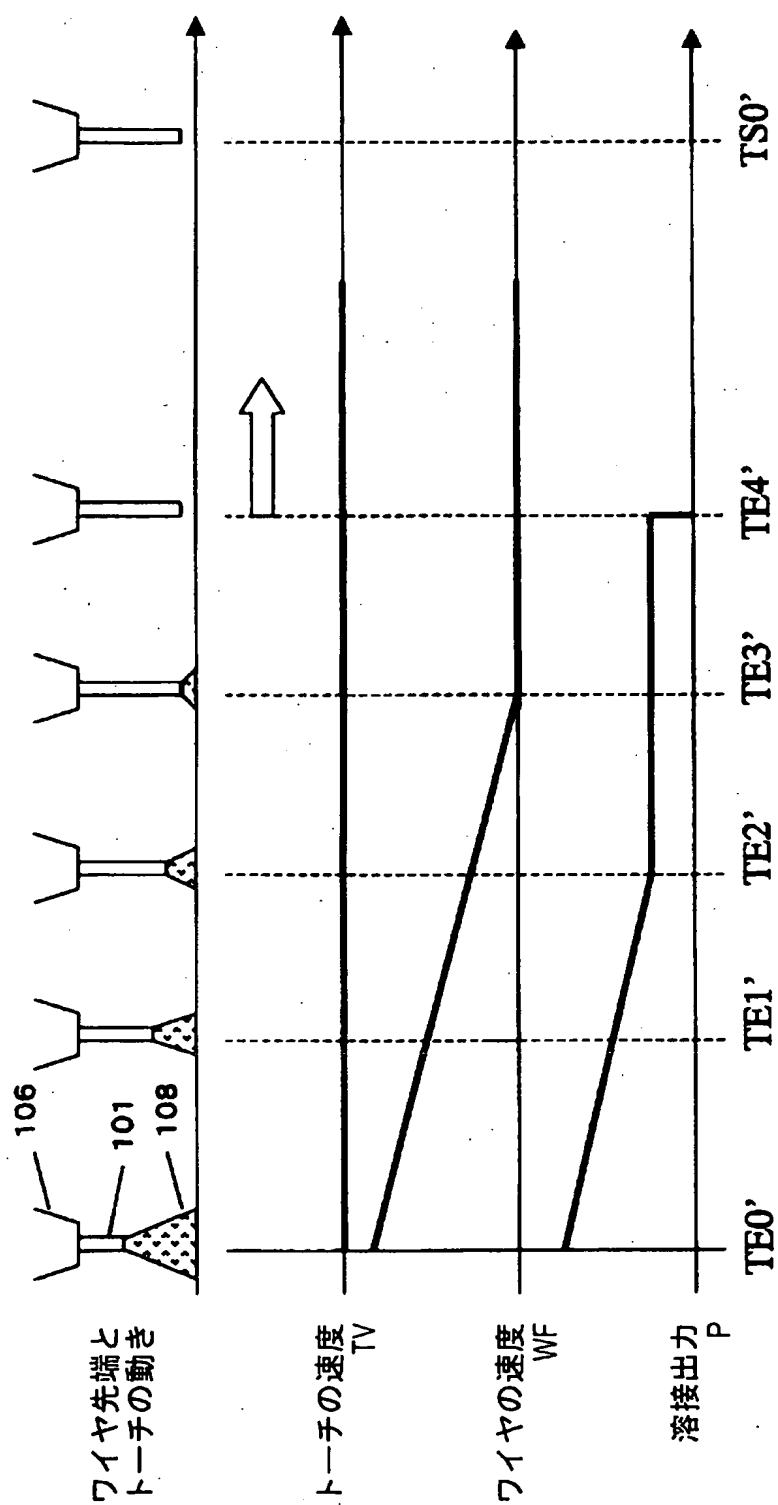


[図6]





[図7]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/011767

| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br>Int.Cl <sup>7</sup> B23K9/12, 9/00, 9/067  |  |   |
|--|--|---|
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC  |  |   |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>Int.Cl <sup>7</sup> B23K9/12, 9/00, 9/067  |  |   |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched<br>Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005<br>Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005  |  |   |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)   |  |   |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>  |  |   |
| Category*  | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                       | Relevant to claim No.   |
| A  | JP 2003-311405 A (Daihen Corp.),<br>05 November, 2003 (05.11.03),<br>Full text<br>(Family: none)         | 1-7   |
| A  | JP 11-347732 A (Yaskawa Electric Corp.),<br>21 December, 1999 (21.12.99),<br>Full text<br>(Family: none) | 1-7   |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.  |  |   |
| * Special categories of cited documents:<br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed<br>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention<br>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone<br>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art<br>"&" document member of the same patent family |  |   |
| Date of the actual completion of the international search<br>20 September, 2005 (20.09.05)   |  | Date of mailing of the international search report<br>11 October, 2005 (11.10.05) |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japanese Patent Office   |  | Authorized officer  |
| Facsimile No.  |  | Telephone No.   |